

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 306 305 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(51) Int Cl.7: B64F 5/00, G07C 3/00,  
G06F 17/40, G01D 21/02

(21) Anmeldenummer: 02023950.5

(22) Anmeldetag: 25.10.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR  
Benannte Erstattungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Halm, Jürgen  
27777 Ganderkesee (DE)  
• Hechtenberg, Kurt-Volker  
83052 Brucksmühl (DE)  
• Kolander, Werner  
22453 Hamburg (DE)

(30) Priorität: 27.10.2001 DE 10153151

(71) Anmelder:  
• Alrbus Deutschland GmbH  
21129 Hamburg (DE)  
• EADS Deutschland GmbH  
81663 München (DE)

(74) Vertreter: Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte  
Hansmann-Klickow-Hansmann  
Jessenstrasse 4  
22767 Hamburg (DE)

## (54) Diagnosesystem sowie Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung

(57) Zur Unterstützung der Wartung eines Verkehrsflugzeuges (1) ist eine schnelle und sichere Ortung von Fehlern sowie eine entsprechende Informationsbereitstellung für das Wartungspersonal mit einem möglichst geringem Aufwand zu realisieren und damit eine Verkürzung der Reparaturzeit zu erreichen. Dafür wird ein Diagnosesystem sowie ein Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung vorgeschlagen. Zumindest eine Sensoreinrichtung (8) zur Erzeugung und Speicherung von Sensorsignalen ist an zumindest einem Überprüfungsort zur Diagnose von Fehlern an wartungsintensiven Flugzeugsystemen vorgesehen. Die Sensorsignale werden an eine Verarbeitungseinheit (9) übermittelt und dort verarbeitet. Die Verarbeitungseinheit (9) steht mit einer Anzeigeeinrichtung (10) mit Anzeige der Sensorsignale und/oder der ermittelten Diagnoseinformationen in Wirkverbindung.

Dabei ist insbesondere von Vorteil, dass Wartungskosten als wesentlicher Bestandteil der laufenden Betriebskosten von Verkehrsflugzeugen erheblich gesenkt werden können. Durch das Zurverfügungstellen von Diagnoseinformationen aufgrund von aktuellen Messwerten der Flugzeugsysteme ist eine gezielte Wartungsunterstützung erreicht.

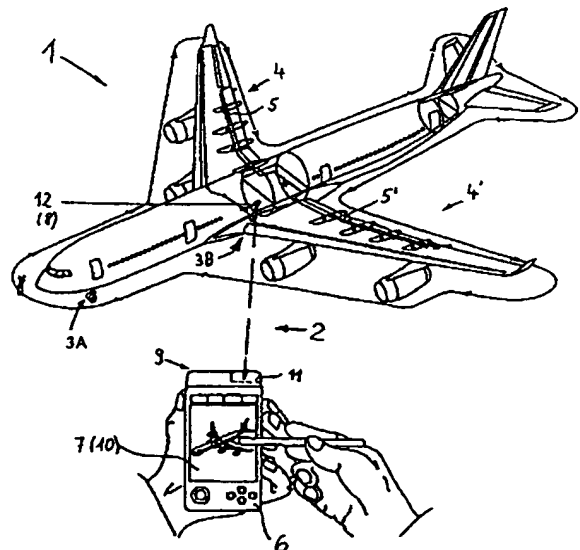


Fig. 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Diagnosesystem sowie ein Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung.

[0002] Für die Wartung von Flugzeugen werden derzeit in vorbestimmten, regelmäßigen Abständen umfangreiche Wartungschecks durchgeführt. Um eine für den Flugbetrieb notwendige Zuverlässigkeit und Sicherheit zu erreichen, werden dabei die Komponenten der einzelnen Flugzeugsysteme regelmäßig überprüft und/oder nach einer gewissen Einsatzzeit ausgetauscht. Aufgrund der Vielzahl und Komplexität der zu überprüfenden Teile ist es oft aufwendig, die jeweilige Komponente auszubauen, eine Fehlerüberprüfung und Prüfung der Funktionsfähigkeit durchzuführen und wieder einzubauen bzw. gegen ein neues Gerät auszutauschen. Auch treten möglicherweise Fehler während eines Fluges auf, die während eines Boden-Checks nicht erkannt werden. So kann beispielsweise der Verschleiß in den Aktuatoren der Flügelklappensysteme dazu führen, dass das gesamte Flugzeug durch Regelschwingungen in Vibration versetzt wird. Am Boden ist dieser Fehler dann meist nicht reproduzierbar, der fehlerhafte Aktuator kann nicht sicher geortet werden und es werden aus Sicherheitsgründen unter Umständen auch funktionsfähige Aktuatoren ausgetauscht, was erhebliche Kosten verursacht.

Die Wartungskosten sind demnach ein wesentlicher Bestandteil der laufenden Betriebskosten von Verkehrsflugzeugen.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, zur Unterstützung der Wartung eines Verkehrsflugzeuges eine schnelle und sichere Ortung von Fehlern sowie eine entsprechende Informationsbereitstellung für das Wartungspersonal mit einem möglichst geringem Aufwand zu realisieren und damit eine Verkürzung der Reparaturzeit zu erreichen.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung mit den im Patentanspruch 1 genannten Maßnahmen gelöst. Ein gattungsgemäßes Verfahren ist im Anspruch 18 angegeben.

[0005] Dabei ist insbesondere von Vorteil, dass Wartungskosten als wesentlicher Bestandteil der laufenden Betriebskosten von Verkehrsflugzeugen erheblich gesenkt werden können. Eine Überprüfung der Systeme und Komponenten sowie eine sichere Ortung von Fehlern ist in einer kürzeren Zeit möglich geworden. Durch Zurverfügungstellen von Diagnoseinformationen aufgrund von aktuellen Messwerten der Flugzeugsysteme ist eine gezielte Wartungsunterstützung erreicht.

[0006] Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen 2 bis 17 und 19 bis 21 sowie auch in der nachfolgenden Figurenbeschreibung angegeben.

[0007] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, das nachstehend anhand der Figuren 1 bis 4 beschrieben ist. In den Figuren sind glei-

che Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0008] Die Zeichnung zeigt im einzelnen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Flugzeuges beim "Walk Around Check",
- Fig. 1A Darstellung der Funktionsweise einer energieautarken Diagnose-Sensorik,
- Fig. 2 die Darstellung einer Fehlerdiagnose bei Aktuatoren im Flügelbereich eines Verkehrsflugzeuges,
- Fig. 3 die Darstellung einer Diagnose von Wassergehalt im Hydrauliksystem des Flugzeuges,
- Fig. 4 die Darstellung einer Diagnose vom Wassergehalt im Treibstoff eines Flugzeugtanksystems und
- Fig. 5 die Darstellung eines Ablaufs einer Diagnoseabfrage.

[0009] In Fig. 1 ist in einer schematischen Darstellung ein am Boden befindliches Verkehrsflugzeug 1 ersichtlich. Vor jedem Flug ist ein sogenannter "Walk Around" Check zu absolvieren, d.h. ein Mechaniker überprüft die Funktionsfähigkeit wichtiger Systeme. Dafür ist - wie in Pfeilen angedeutet - eine Umrundung des gesamten Flugzeuges notwendig und es werden wichtige Flugzeugsysteme und Flugzeugkomponenten überprüft, beispielsweise erfolgen Prüfungen am Bugrad 3A und Fahrwerksrädern 3B mit Abfrage des Luftdruckes und eine Kontrolle der Bremsen. Unter anderem erfolgt auch eine Überprüfung der Klappensysteme 4 und 4', wie beispielsweise Spoiler sowie Landeklappen und die für die Verstellung notwendigen Hydraulikaktuatoren - beispielhaft mit 5 bezeichnet. Problematisch dabei ist insbesondere, dass die Klappensysteme 4, 4' und deren Stellanrichtungen 5, 5' am Flügel aufgrund der Höhe des Flügels sowie aufgrund von vorhandenen Abdeckungen schwer zugänglich sind. Landeklappenaktuatoren befinden sich beispielsweise bei großen Verkehrsflugzeugen in einer Höhe von 4 bis 5 Metern ausgehend von der Bodenfläche. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein mit dem Bodencheck beauftragter Mechaniker ein Handgerät 6 als Teil eines Diagnosesystems 2 als Arbeitsmittel erhält, das zum einen die für eine spezielle Wartungsaufgabe erforderlichen Wartungsinformationen (Checkliste mit abzuarbeitenden Punkten) auf einem Display 7 anzeigen sowie Diagnoseinformationen von wartungsintensiven Flugzeugsystemen abfragen kann. Die Wartungsinformationen können abhängig vom Einsatzfall des Diagnosesystems umfassend am Handgerät 6, vorzugsweise durch ein austauschbares Speichermedium, zur Verfügung gestellt werden. In einer weiteren Ausführung ist eine Verbindung des Handgerätes 6 zu einer stationären Einheit, beispielsweise einem Personalcomputer oder einem Server vorgesehen, wobei die Verbindung über eine geeignete Schnittstelle erfolgt, die entsprechend der zu übertragenden Datenmenge auszuwählen ist.

Zur Erfassung von Diagnoseinformationen sind Senso-

reinrichtungen 8 an den zu wartenden Flugzeugsystemen vorgesehen. Beispielsweise sind Sensoren an den Hydraulikaktuatoren 5 und 5' vorgesehen, um Aktuatordefekte detektieren zu können. Die Sensorinformationen werden während eines Bodenchecks abgefragt, ausgewertet und eine Fehlerdiagnose (örtlich bestimmter Aktuator in Ordnung bzw. fehlerhaft) wird auf dem Display 7 des Handgeräts 6 angezeigt. Eine Ausführungsform zur Diagnose von Aktuatoren ist näher in der Fig. 2 beschrieben.

[0010] Die Sensoreinrichtungen 8 können auch zur Abfrage der Wasserkonzentration, der Partikelkonzentration oder dem Füllstand in Hydrauliksystemen oder im Treibstoff vorgesehen werden. Ausführungsformen dieser Art sind in den Fign. 3 und 4 angegeben.

[0011] Für die Überprüfung des Flugzeugsystems während eines Bodenchecks werden die entsprechenden Sensorsignale über Sendeinrichtungen an eine Verarbeitungseinheit 9 gesendet und dort verarbeitet und auf einer Anzeigeeinheit 10 als Information für den Mechaniker zur Verfügung gestellt. Die Verarbeitungseinheit 9 empfängt drahtlos mit einem Empfänger 11 die Sensorsignale. Eine Verarbeitung der Informationen kann mittels üblichen stationären Rechnern oder in einer bevorzugten Ausführungsform direkt mittels Pocket-PC's oder Laptops erfolgen und dem Mechaniker zur Verfügung gestellt werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Handgerät 6 als Arbeitsmittel für den Mechaniker dafür neben der Anzeigeeinheit 10 auch die Verarbeitungseinheit 9 enthält und er somit unmittelbar und vor Ort eine Überprüfung der Flugzeugkomponenten und eine Fehlerdiagnose vornehmen kann. Weiterhin ist vorgesehen, dass eine Signalübertragung von der Sensoreinrichtung 8 zur Verarbeitungseinheit 9 kabellos über einen größeren Bereich, ungefähr über eine Distanz von mindestens 12 m, möglich ist. Somit wird eine Fernabfrage von Informationen gerade bei Großraumflugzeugen, bei denen beispielsweise schon ein Zugang zu bestimmten Klappen, Stelleinrichtungen und den Flügeln aufgrund der großen Dimensionen ohne Hilfsmittel nicht funktioniert, mit großer Zuverlässigkeit erreicht. Eine Signalübertragung ist beispielsweise möglich mit Funkverbindungen oder Infrarotsignalen. Die zur Signalerzeugung und Signalübertragung notwendige Energie wird im Bereich der Sensoreinrichtungen 8 zur Verfügung gestellt. Die Sensoreinrichtungen 8 sind vorzugsweise möglichst ohne Eingriff in vorhandene Flugzeugsysteme energieautark ausgebildet. Damit wird sichergestellt, dass eine Integration der Sensoreinrichtungen 8 in das Flugzeug die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Flugzeugsysteme nicht beeinträchtigt und keine zusätzliche Anbindung an die Energieversorgung des Flugzeuges notwendig ist. Die Energieversorgung der Sensoreinrichtungen 8 kann beispielsweise über separate Energiequellen oder Energiespeicher vorgesehen sein. Vorzugsweise sind Energiegeneratoren anzuwenden, die aus der Umwelt Energie gewinnen, wie beispielsweise aus der Vibration.

Dargestellt ist diese energieautarke Diagnose-Sensorik mit der Möglichkeit einer aktiven drahtlosen Abfrage 80 in Fig. 1A. Die Sensoreinrichtung 8 umfasst eine Sender-/Empfängereinheit (Receiver/Transmitter) 81, einen Sensor 82 sowie einen Mikrocontroller (C, Signalwandler A/D, Time) 83 zur Erfassung der Daten und beispielsweise auch der Zeit. Wenn am Handgerät 6 ein Abfragesignal ausgelöst wird, erfolgt die Übermittlung der Daten an die Sender-/Empfänger-Einheit (Receiver/Transmitter) 11 des Handgeräts 6. Die Verarbeitungseinheit 9 mit der Anzeigeeinrichtung (Display and Control) sowie mit einer mikroprozessorgestützten Schnittstelle (Controlled Interface) und kann zumindest einige der nachfolgend angegebenen Funktionen ausführen: Arbeitsfortschritt anzeigen, drahtlos Sensoreinrichtungen abfragen, registrieren und anzeigen der Daten, austauschen von Daten und Anweisungen und/oder anzeigen visualisierter Reparaturanleitungen. Neben der Möglichkeit einer aktiven drahtlosen Abfrage 80 der Sensoreinrichtungen 8 kann eine passive drahtlose Abfrage 84 durch das Handgerät 6 erfolgen. Hier benötigen die Sensoren keine eigene Energie. Während der Abfrage wird auf einer kürzeren Entfernung, beispielsweise < 0,1 m, ausgehend von einem Transceiver 85 ein Sensor identifiziert sowie ein HF (rf[radio-frequency]) -Transponder 86 aktiviert, eine Sensorabfrage durchgeführt und dieser Messwert an den Transceiver 85 übermittelt. Beispielsweise eine Messung des Luftdruckes in Reifen ist mit dieser Methode mess- und übermittelbar. Die benötigte Energie wird hier aus der Sendeleistung entnommen. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung nutzt als Diagnose-Sensorik Sensoreinrichtungen, die eine aktive Speicherung des Messwerts vorsehen. Die dafür benötigte Energie kann sehr gering sein. Das Abrufen des Speicherwerts erfolgt mit der genannten passiven drahtlosen Abfrage 84, wobei die benötigte Energie aus der Sendeleistung des Transceivers 85 erbracht wird. Ebenfalls denkbar ist die Anwendung von optischen Transpondern, die optische aktive bzw. passive Abfragen ermöglichen.

[0012] In Fig. 2 ist eine Ausführungsform des Diagnosesystems im Bereich von Stelleinrichtungen für Klappensysteme 4, 4' an den Flügeln des Verkehrsflugzeuges 1 dargestellt. Eine Vielzahl von Aktuatoren 5 sind für die Verstellung der Flügelklappen notwendig und ein Verschleiß der Aktuatoren ist regelmäßig zu überprüfen. Ein Verschleiß der Spoiler-Aktuatoren 5 kann beispielsweise dazu führen, dass das gesamte Flugzeug in einzelnen Flugphasen durch Regelschwingungen in Vibration versetzt wird (genannt Slipping-Effekt). Am Boden ist dieser Fehler dann meist nicht mehr reproduzierbar und eine genaue Bestimmung der fehlerhaften Aktuatoren kann mit Hilfe der am entsprechenden Aktuator 5 angeordneten Sensoreinrichtung 8A vorgenommen werden, die Messdaten während des Fluges aufgenommen, gegebenenfalls verarbeitet und gespeichert hat. Eine Vorverarbeitung des Sensorsignals innerhalb eines Vorverarbeitungsmoduls der Sensoreinrichtung 8

kann vorteilhaft sein, um eine Datenreduktion zu erreichen. Ersichtlich ist in der Fig. 2 in einer vergrößerten Darstellung der Flugzeugspoiler-Aktuator 5, an dem die Sensoreinrichtung 8 äußerlich aufgebracht ist. Mit einem Sensor wie beispielsweise einem Piezo-Sensor (ermöglicht Signalerzeugung aufgrund von mechanischem Druck) und/oder einem Beschleunigungssensor wird zumindest einer der zur Diagnose bei Vibrationen (Slipping-Effekt) auftretenden signifikanten Parameter, z. B. Hydraulik-Steuerdruckstöße oder Steuerkolben-Oszillation gemessen, gespeichert, gegebenenfalls vorverarbeitet - d.h. nur bestimmte Daten bzw. Zwischenergebnisse werden für den weiteren Ablauf benötigt - und diese werden gespeichert und bei Bedarf kabellos an die Verarbeitungseinheit 9 übermittelt. Der Mechaniker kann auf dem Display 7 des Handgerätes 6 die entsprechende Diagnoseinformation des jeweiligen Aktuators 5 abfragen und sicher entscheiden, ob aufgrund von Slipping-Effekten ein Austausch des Aktuators 5 notwendig ist. Da eine Vielzahl von Aktuatoren 5 für die Bewegung der Klappen am Verkehrsflugzeug eingesetzt werden, wird es mit der genauen Ortung von defekten Aktuatoren ermöglicht, einen Austausch bzw. schon der aufwendige Ausbau und Test eines funktionsfähigen Spoiler-Aktuators zu vermeiden.

[0013] In Fig. 3 ist eine Ausführungsform des Diagnosesystems 2 im Bereich eines Hydrauliksystems für Stalleinrichtungen im Verkehrsflugzeug 1 dargestellt. An einem Hydraulikbehälter 12, der in der gezeigten Ausführung im Bereich des Fahrwerkschachtes 13 des Flugzeuges 1 angeordnet ist, ist regelmäßig der Wassergehalt der Hydraulikflüssigkeit festzustellen, denn durch Wassereintrag wird die Lebensdauer von Hydraulikflüssigkeit erheblich verkürzt. Ein hoher Wassergehalt führt zu Schädigungen des gesamten Hydrauliksystems. Durch eine Feststellung des Zustandes, wie u. a. des Wassergehaltes oder der Partikelkonzentration in der Hydraulikflüssigkeit kann frühzeitig signalisiert werden, ob eine Reinigung oder ein Austausch der Flüssigkeit notwendig ist. Die Sensoreinrichtung 8B ist für diesen Anwendungsfall zur Messung der Konzentration von Wasser in dem Hydraulikbehälter an der Unterseite des Behälters 12 angeordnet. Über Sendeeinrichtungen werden die Messgrößen an die Verarbeitungseinheit 9 im Handgerät 6 übermittelt. Der Mechaniker, der eine Zustandsdiagnose der Hydraulikflüssigkeit vornehmen soll, kann am Display 7 die Diagnoseinformation, beispielsweise den Wassergehalt ablesen. Er muss nicht durch die Zugangsklappe in den Fahrwerkschacht einstiegen und unmittelbar am Hydraulikbehälter 12 Messungen vornehmen.

[0014] In Fig. 4 ist eine Ausführungsform des Diagnosesystems 2 im Bereich eines Treibstofftanks 14 im Verkehrsflugzeug 1 dargestellt. Wasserablagerungen im Treibstofftank 14 müssen regelmäßig entfernt werden. Dafür ist ein Wasserdrainageventil 15 vorgesehen. In Nähe zu diesem Ventil 15 ist ein Fuel-Water-Detection-Sensor 8C innerhalb des Tanks 14 angeordnet. Durch

die Sensoreinrichtung 8C, die die Wassermenge im Tank bzw. den Wasserstand der abgesetzten Wassermenge messen kann und an die Verarbeitungseinheit 9 übermittelt, kann dem Wartungspersonal die Diagnose des Wasserstandes über die Anzeigeeinrichtung 10 (Display 7) mitgeteilt werden. Der Zeitpunkt für eine notwendige Wasserentleerung ist somit relativ genau bestimmbar und die erforderlichen Arbeiten brauchen nur bedarfsweise durchgeführt werden. Wie bereits zu den vorangegangenen Ausführungsformen erläutert, erfolgt auch hier die Übertragung der Messsignale von der Sensoreinrichtung 8C zur Verarbeitungseinheit 9 drahtlos. Am Handgerät 6 auf dem Display 7 erfolgt bei einer Anforderung der Diagnoseinformation durch das Wartungspersonal eine Fernabfrage des Wasserstandes im Tank 14. Das Signal wird vom Fuel Water Detection Sensor 8C zur Verarbeitungseinheit 9 übermittelt und mittels einer Auswertesoftware wird der Messwert verarbeitet und als Diagnoseinformation aufbereitet. In einer bevorzugten Ausführungsform wird abhängig von der Auswertesoftware dem Mechaniker neben dem Meßwert auch angezeigt, ob eine Wasserentleerung notwendig ist. Derartige Wartungsinformationen können abhängig vom Einsatzfall des Diagnosesystems umfassend am Handgerät 6, vorzugsweise durch ein austauschbares Speichermedium, zur Verfügung gestellt werden.

[0015] In Fig. 5 ist beispielhaft ein Flussdiagramm mit der Darstellung einer Diagnoseabfrage dargestellt. Sensorsignale liegen an einer Sensoreinrichtung 8 vor und können durch eine entsprechend adressierte Anfrage von dem Handgerät 6 aus abgerufen werden. Falls eine Abfrage nicht erfolgreich war und keine Antwort innerhalb einer bestimmten Zeit, beispielsweise 10ms, eingegangen ist, wird die Abfrage wiederholt. Die Sensorsignale werden an die Verarbeitungseinheit 9 übermittelt, verarbeitet, das Ergebnis abgespeichert und bedarfsweise angezeigt.

Nach Erledigung der Abfrage kann eine neue Abfrage einer nächsten Diagnose-Sensorik durchgeführt werden.

[0016] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die genannten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ist der Einsatz der Erfindung für eine sensorbasierte Wartungsunterstützung an vielen Flugzeugkomponenten bzw. Flugzeugsystemen möglich. Wartungsintensive Systemkomponenten, d.h. Bauteile, die aufgrund eines häufigen Ausfalls oder der Sicherheitsrelevanz häufig überprüft werden müssen, können mit der vorliegenden Erfindung ausgerüstet bzw. überprüft werden, was den Wartungsaufwand für diese Bauteile erheblich senkt.

#### Patentansprüche

1. Diagnosesystem zur Unterstützung der Flugzeugwartung eines Verkehrsflugzeuges, dadurch gekennzeichnet, dass

- zumindest eine Sensoreinrichtung (8) zur Erzeugung und Speicherung von Sensorsignalen an zumindest einem Überprüfungsort zur Diagnose von Fehlern an wartungsintensiven Flugzeugsystemen vorgesehen ist, wobei die Sensorsignale an eine Verarbeitungseinheit (9) übermittelbar sind und die Verarbeitungseinheit (9) mit einer Anzeigeeinrichtung (10) mit Anzeige der Sensorsignale und/oder der ermittelten Diagnoseinformationen in Wirkverbindung steht.
2. Diagnosesystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) ein Verarbeitungsmodul zur Vorverarbeitung der Sensorsignale innerhalb der Sensoreinrichtung (8) aufweist, wobei die Sensorsignale innerhalb des Verarbeitungsmoduls in Auswerte- bzw. Zwischensignale verarbeitet werden.
  3. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (10) energieautark zu den vorhandenen Flugzeugsystemen bzw. -komponenten ausgebildet ist.
  4. Diagnosesystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (10) mit einem Energiegenerator und/oder einem Energiespeicher ausgestattet ist.
  5. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) kabellos zur Übermittlung der Sensorsignale mit einem Empfänger (11) der Verarbeitungseinheit (9) in Wirkverbindung steht.
  6. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) einen HF-Transponder (84) zur passiven drahtlosen Abfrage von Sensorsignalen aufweist.
  7. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) ein aktives Speichermedium zur Speicherung eines Sensorsignals sowie einen Transponder (84) zur passiven drahtlosen Abfrage von Sensorsignalen aufweist.
  8. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) zumindest einen optischen Transponder aufweist zur optischen aktiven bzw. passiven Abfrage.
  9. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übermittlung der Sensorsignale mittels Funk- oder Infraroteinrichtungen vorgesehen ist.
  10. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitungseinheit (9) Mittel zur Auswertung der Sensorsignale für eine Fehlerdiagnose enthält.
  11. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitungseinheit (9) ein Speichermedium zur Speicherung von Diagnoseinformationen sowie von für eine Wartungsaufgabe notwendige Wartungsinformationen aufweist.
  12. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzeigeeinrichtung (10) ein Display (7) zur Anzeige von Diagnoseinformationen sowie von für eine Wartungsaufgabe notwendige Wartungsinformationen aufweist.
  13. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitungseinheit (9) sowie die Anzeigeeinrichtung (10) in einem Handgerät (6) zusammengefasst sind.
  14. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handgerät (6) an eine stationäre Computerstation, beispielsweise ein Personalcomputer und/oder ein Server, anschließbar ist.
  15. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8, 8A) an Hydraulikaktuatoren (5, 5') von Flügelklappen (4, 4') zur Ermittlung des Aktuatorverschleißes vorgesehen ist.
  16. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8, 8B) im unteren Bereich des Hydraulikbehälters (12) zur Ermittlung des

Wassergehalts und/oder der Partikelkonzentration vorgesehen ist.

17. Diagnosesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, 5  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Sensoreinrichtung (8, 8C) im Flugzeugtank (14) im Bereich des Wasserdrainageventils (15) zur Ermittlung der Wasserkonzentration vorgesehen ist. 10
  
18. Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung eines Verkehrsflugzeuges, 15  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 an wartungsintensiven Flugzeugsystemen bzw. -komponenten (5,5';12;14) an einem Überprüfungsort in einer Sensoreinrichtung (8) Sensorsignale erzeugt und gespeichert werden, 20  
 die Sensorsignale an eine Verarbeitungseinheit (9) übermittelt und dort verarbeitet werden, 25  
 selektierte Sensorsignale oder Auswertesignale an eine Anzeigeeinrichtung (10) übermittelt werden und  
 diese Diagnoseinformationen sowie gegebenenfalls für eine Wartungsaufgabe notwendige Wartungsinformationen an der Anzeigeeinrichtung (10) angezeigt werden.
  
19. Diagnoseverfahren nach Anspruch 18, 30  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Sensorsignale innerhalb der Sensoreinrichtung (8) zur Erreichung einer Datenreduktion vorverarbeitet werden und Auswerte- bzw. Zwischensignale an die Verarbeitungseinheit (9) übermittelt werden.
  
20. Diagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, 35  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Sensorsignale kabellos von der Sensoreinrichtung (8) zur Verarbeitungseinheit (9) übermittelt werden. 40
  
21. Diagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, 45  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die an die Verarbeitungseinheit (9) übermittelten Signale (Sensorsignale bzw. bereits vorverarbeitete Zwischensignale) in Abhängigkeit von der notwendigen Wartungsaufgabe verarbeitet werden. 50

50

55

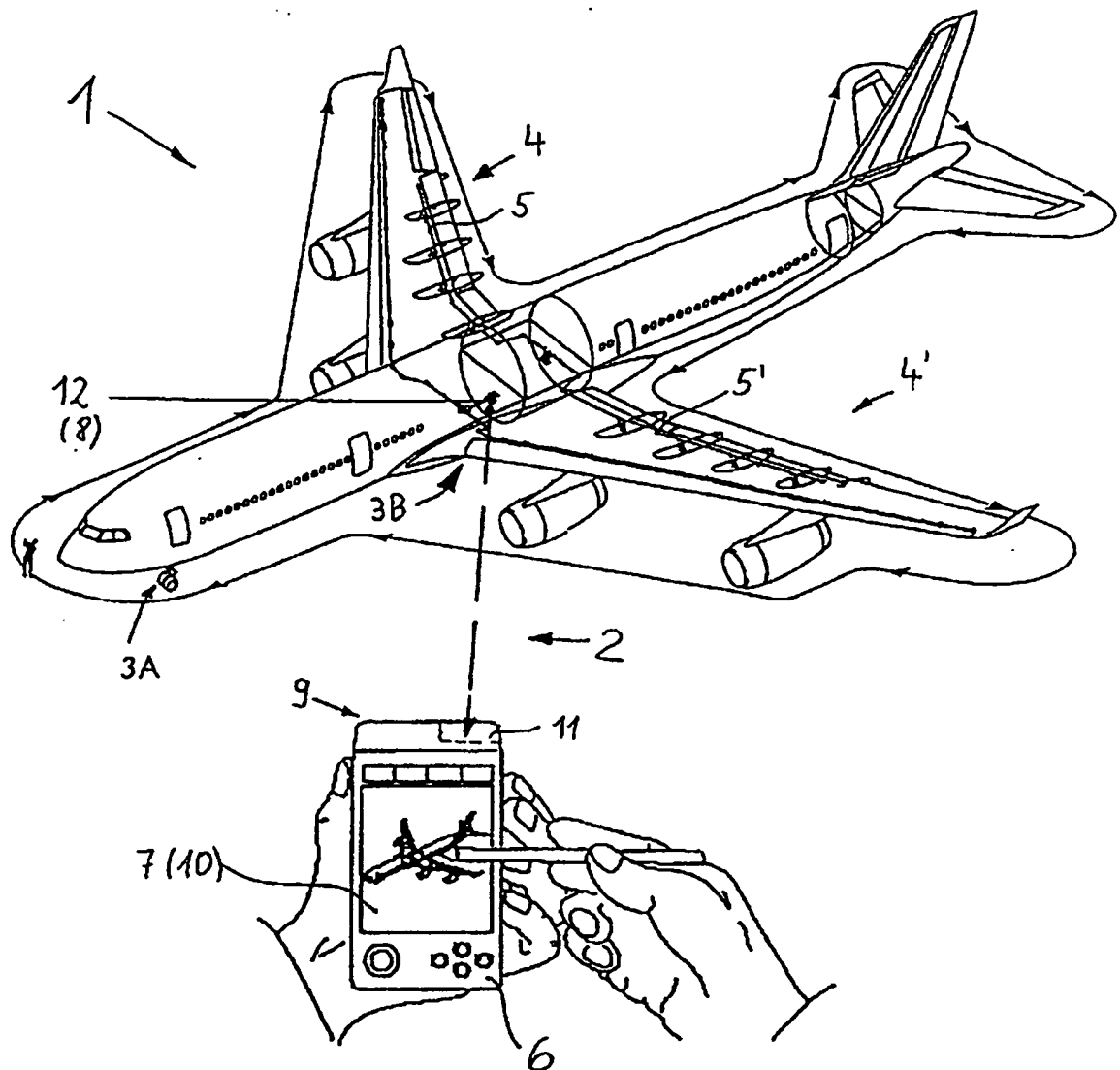


Fig. 1

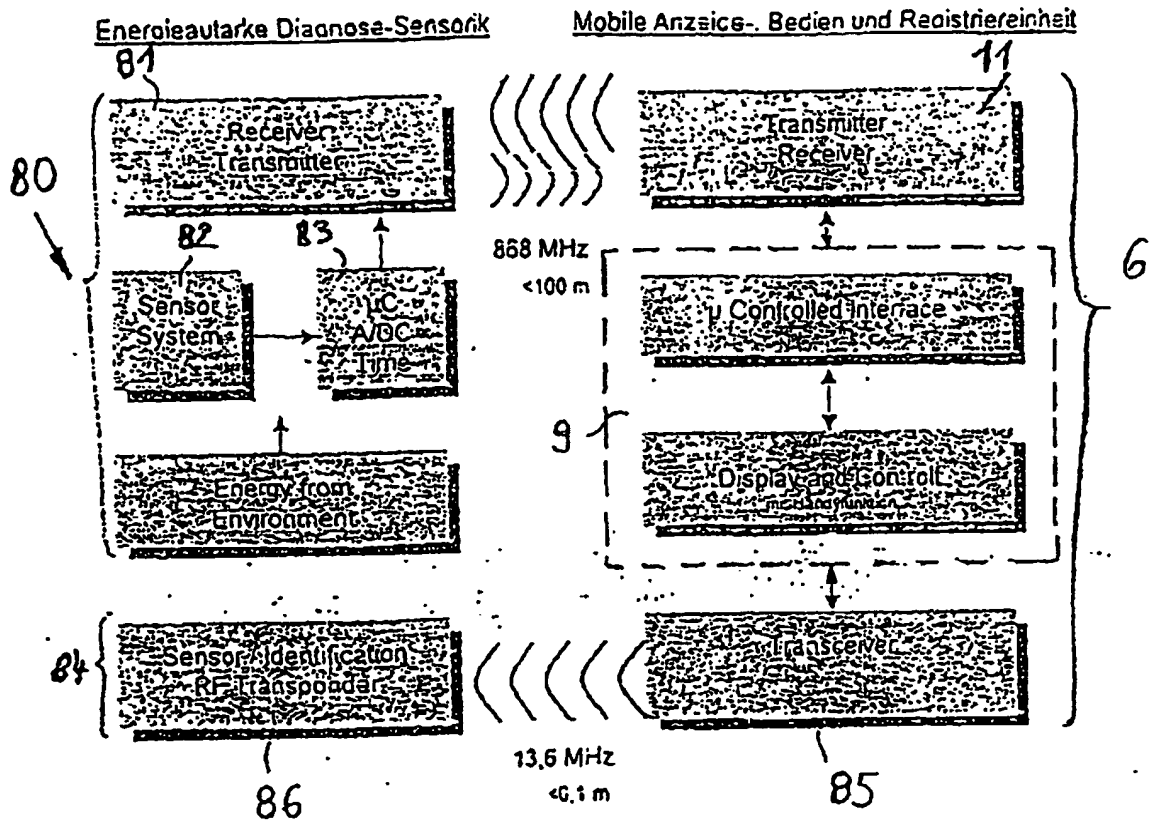


Fig. 1A



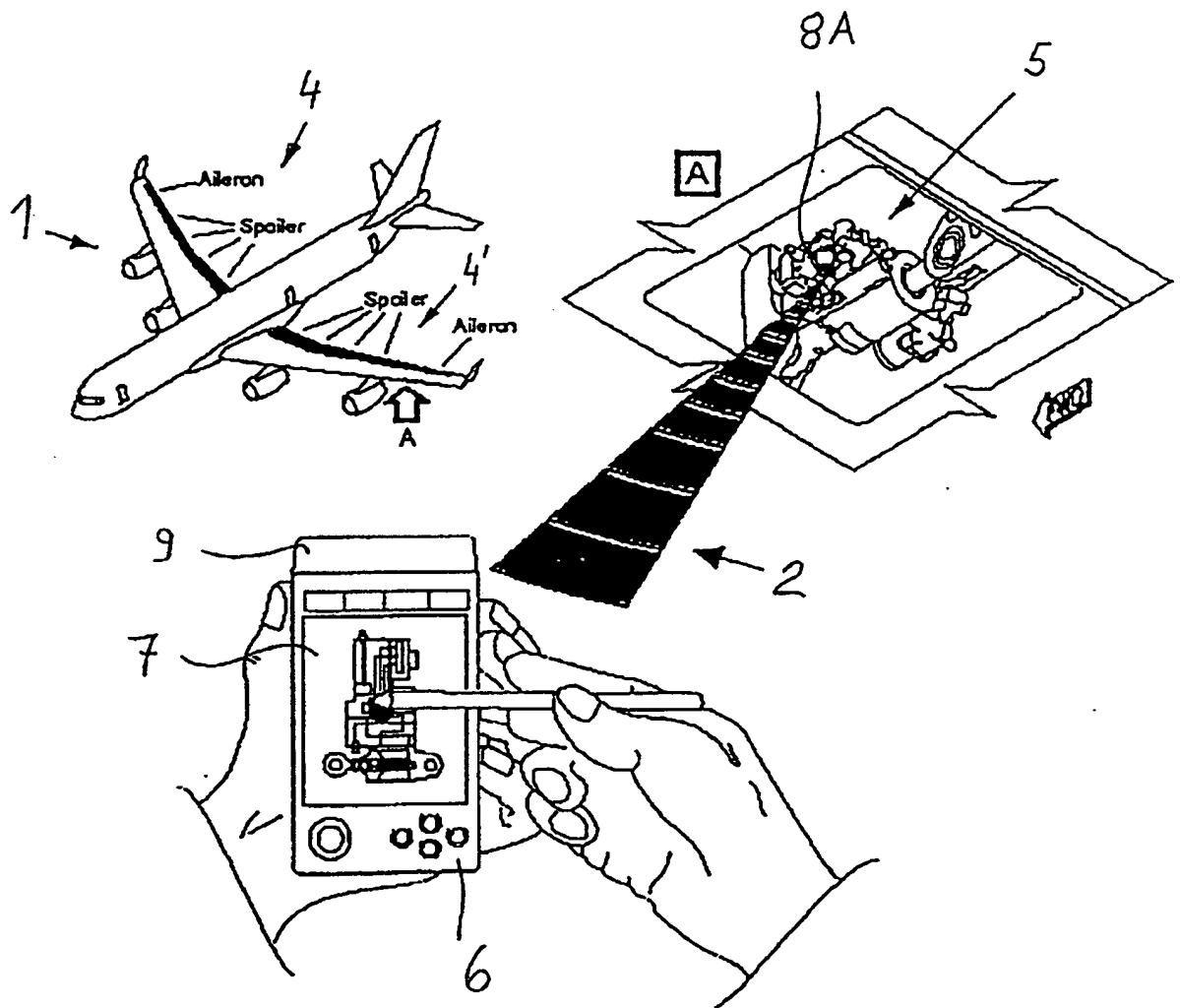


Fig. 2

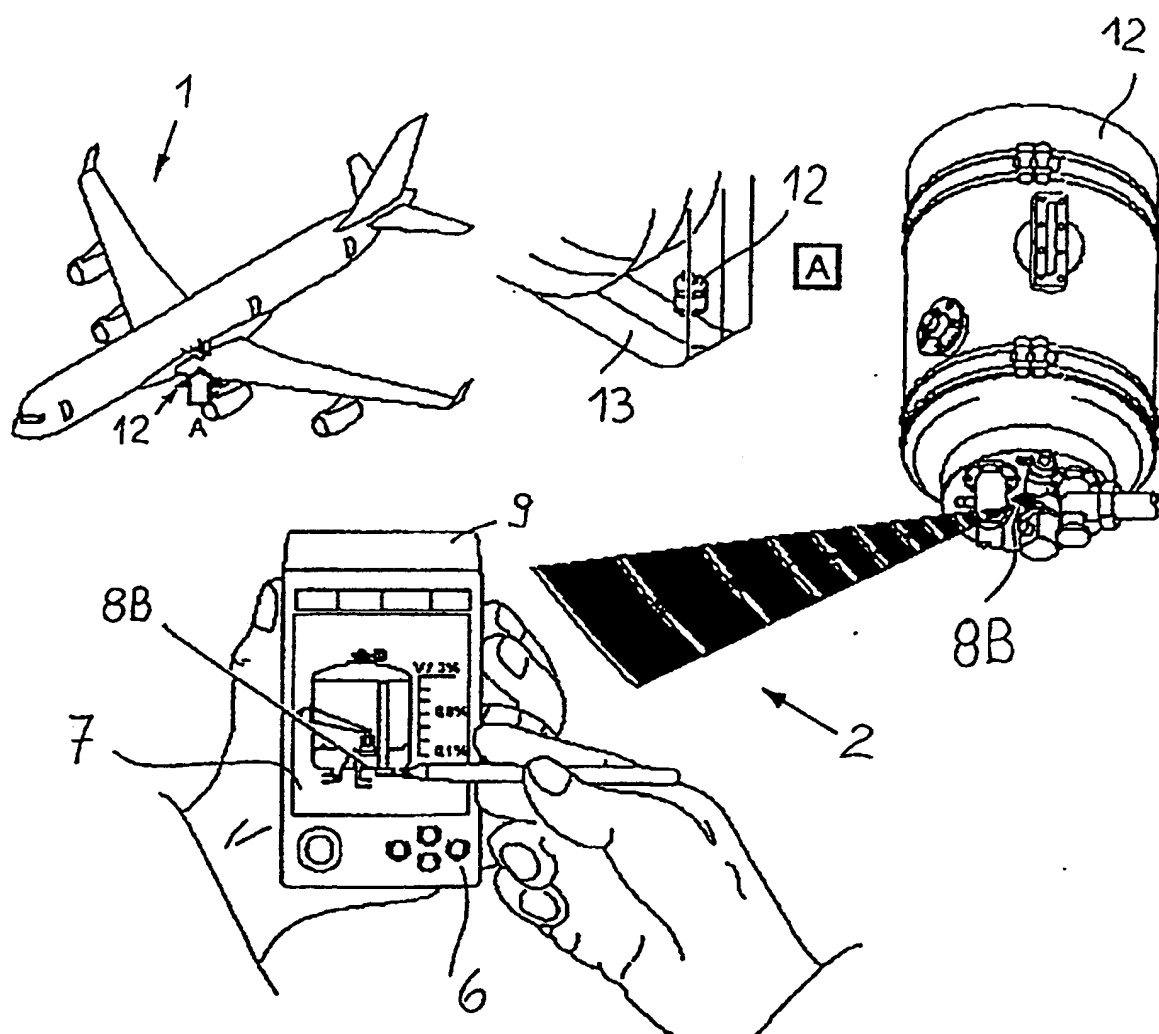


Fig. 3

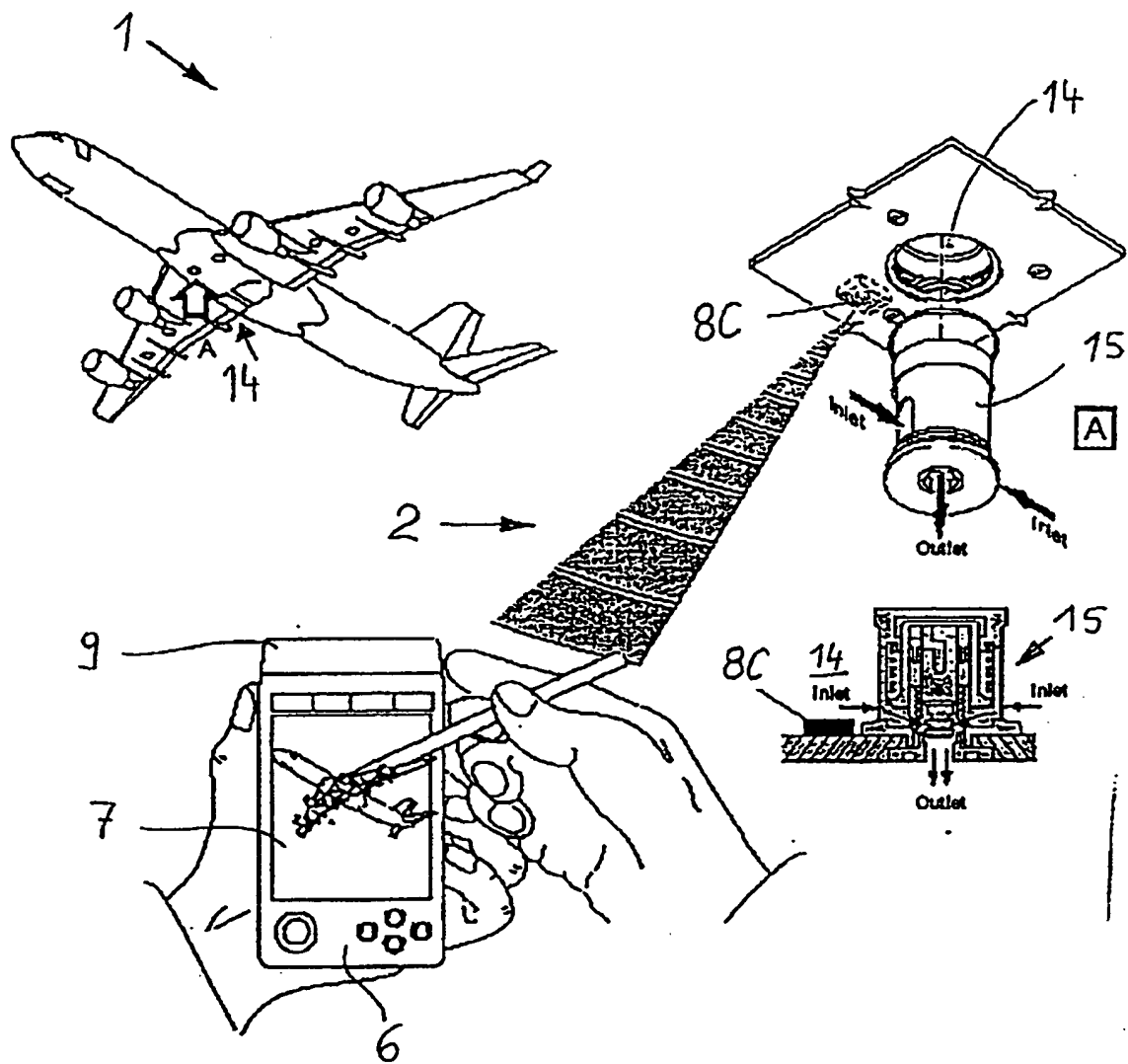


Fig. 4

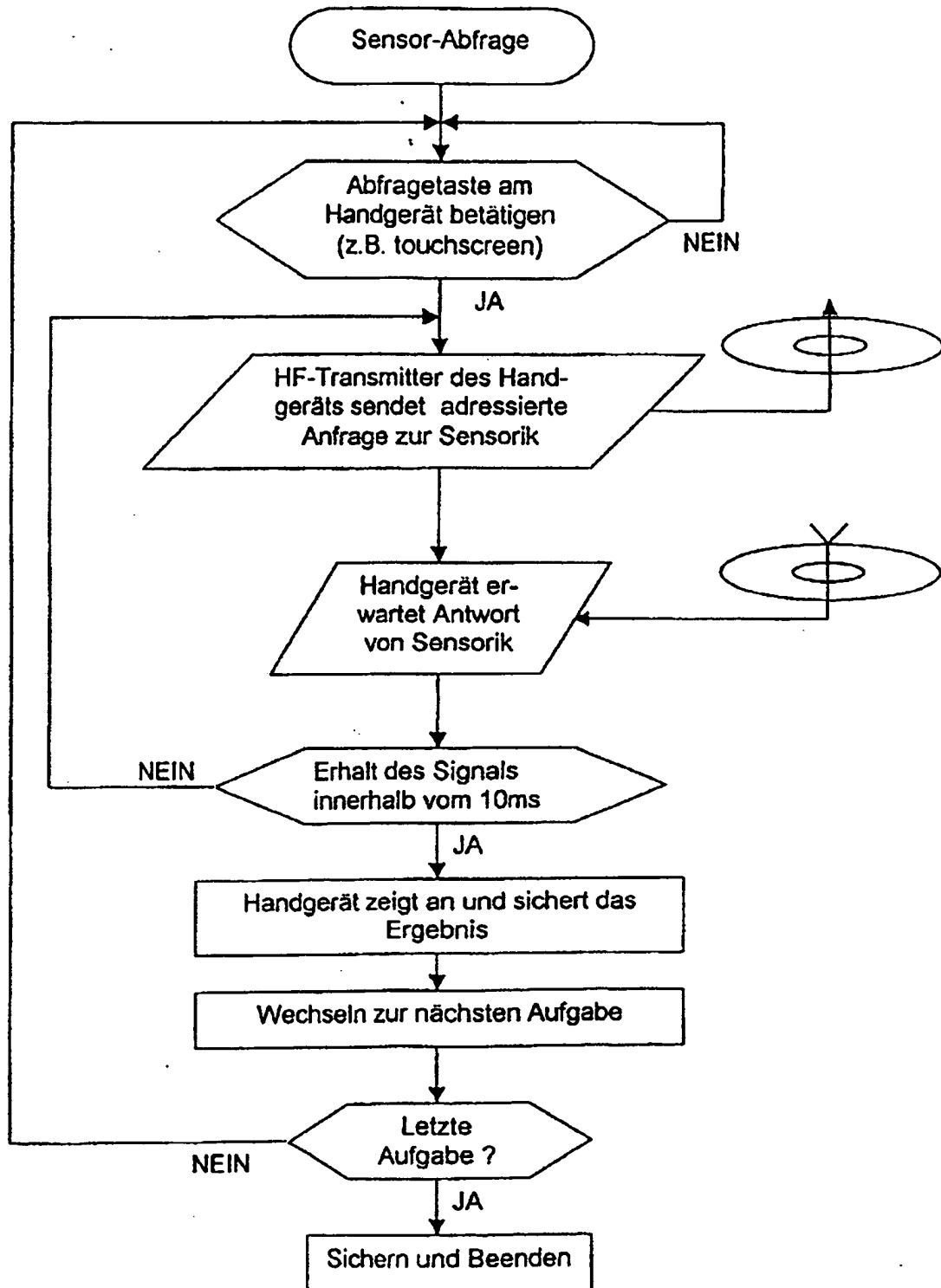


Fig. 5

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 306 305 A3**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
04.01.2006 Patentblatt 2006/01

(51) Int Cl.:

B64F 5/00 (2006.01)  
G01D 21/02 (2006.01)

G07C 3/00 (2006.01)  
G06F 17/40 (2006.01)

(43) Veröffentlichungstag A2:  
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(21) Anmeldenummer: 02023950.5

(22) Anmeldetag: 25.10.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Halm, Jürgen  
27777 Ganderkesee (DE)  
• Hechtenberg, Kurt-Volker  
83052 Brucksmühl (DE)  
• Kolander, Werner  
22453 Hamburg (DE)

(30) Priorität: 27.10.2001 DE 10153151

(71) Anmelder:  
• Airbus Deutschland GmbH  
21129 Hamburg (DE)  
• EADS Deutschland GmbH  
81663 München (DE)

(74) Vertreter: Hansmann, Dierk  
Patentanwälte  
Hansmann-Klickow-Hansmann  
Jeessenstrasse 4  
22767 Hamburg (DE)

### (54) Diagnosesystem sowie Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung

(57) Zur Unterstützung der Wartung eines Verkehrsflugzeuges (1) ist eine schnelle und sichere Ortung von Fehlern sowie eine entsprechende Informationsbereitstellung für das Wartungspersonal mit einem möglichst geringem Aufwand zu realisieren und damit eine Verkürzung der Reparaturzeit zu erreichen. Dafür wird ein Diagnosesystem sowie ein Diagnoseverfahren zur Unterstützung der Flugzeugwartung vorgeschlagen. Zumindest eine Sensoreinrichtung (8) zur Erzeugung und Speicherung von Sensorsignalen ist an zumindest einem Überprüfungsort zur Diagnose von Fehlern an wartungsintensiven Flugzeugsystemen vorgesehen. Die Sensorsignale werden an eine Verarbeitungseinheit (9) übermittelt und dort verarbeitet. Die Verarbeitungseinheit (9) steht mit einer Anzeigeeinrichtung (10) mit Anzeige der Sensorsignale und/oder der ermittelten Diagnoseinformationen in Wirkverbindung.

Dabei ist insbesondere von Vorteil, dass Wartungskosten als wesentlicher Bestandteil der laufenden Betriebskosten von Verkehrsflugzeugen erheblich gesenkt werden können. Durch das Zurverfügungstellen von Diagnoseinformationen aufgrund von aktuellen Messwerten der Flugzeugsysteme ist eine gezielte Wartungsunterstützung erreicht.

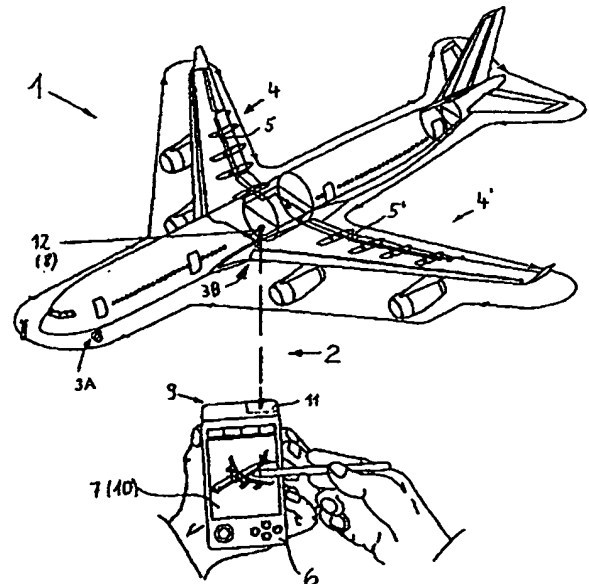


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 02 3950

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)  |
| X   | GB 2 349 020 A (* INTERFACE INFORMATION SYSTEMS LIMITED)<br>18. Oktober 2000 (2000-10-18)<br>* Seite 4, Zeile 3 - Seite 18, Zeile 5; Abbildung 1 *                         | 1-5,8-21  | B64F5/00<br>G07C3/00<br>G01D21/02<br>G06F17/40  |
| Y   | -----  | 6,7   |   |
| Y   | US 2001/008083 A1 (BROWN ROBERT WALTER)<br>19. Juli 2001 (2001-07-19)<br>* Absatz [0034] - Absatz [0036]; Abbildungen 8,10,11,14 *   | 6,7   |   |
| X   | WO 01/29783 A (DESIGN SOLUTIONS KWAZULU-NATAL CC; SERRURIER, ALAN; MCKENZIE REID, MAL)<br>26. April 2001 (2001-04-26)<br>* Seite 2, Zeile 16 - Seite 4, Zeile 22 *         | 1-5,9-21  |   |
| A   | -----  | 6-8   |   |
| X   | US 5 758 300 A (ABE ET AL)<br>26. Mai 1998 (1998-05-26)<br>* Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 10; Abbildungen 1,2A,2B *<br>* Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 8, Zeile 67 * | 1,2, 10-19  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>B64F<br>G07C<br>G08B<br>G01M<br>A61N<br>G01B<br>G06F |
| A   | -----  | 3-9,20, 21  |   |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |  |   |   |
| 2<br>EPO FORM 1503 (3.82) (P4233)<br>Recherchenort<br>München   |  | Abschlußdatum der Recherche<br>11. November 2005  | Prüfer<br>Dorpema, H  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichttechnische Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 3950

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-11-2005

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| GB 2349020 A                                       | 18-10-2000                    | KEINE                             |                               |
| US 2001008083 A1                                   | 19-07-2001                    | KEINE                             |                               |
| WO 0129783 A                                       | 26-04-2001                    | AU 2301501 A                      | 30-04-2001                    |
| US 5758300 A                                       | 26-05-1998                    | KEINE                             |                               |

EPO FORM P0481

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**